

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板と、前記半導体基板の一方の表面近傍に形成された受光部とを有し、前記半導体基板の他方の表面からの光を電気信号に変換する固体撮像装置であって、被撮像体からの光を前記半導体基板の他方の表面を通して前記半導体基板の内部に侵入させ、前記被撮像体からの光により前記半導体基板の内部で光電変換された電荷を前記受光部で受けて前記被撮像体を撮像することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 前記半導体基板の他方の表面に絶縁膜が堆積しており、前記被撮像体からの光の前記半導体基板の内部への侵入が、前記絶縁膜を通して行われる請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項3】 前記絶縁膜は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン酸窒化膜のいずれか、或いは、それらの組み合わせからなる積層膜である請求項2記載の固体撮像装置。

【請求項4】 前記被撮像体からの光の前記半導体基板の内部への侵入が、前記被撮像体を前記半導体基板の他方の表面に置いた後、前記被撮像体を静止した状態で撮像することにより行われる請求項1、2又は3記載の固体撮像装置。

【請求項5】 前記被撮像体からの光の前記半導体基板の内部への侵入が、前記被撮像体を前記半導体基板の他方の表面に置いた後、前記被撮像体を移動させながら撮像することにより行われる請求項1、2又は3記載の固体撮像装置。

【請求項6】 前記被撮像体に可視光、近赤外光、或いは、赤外光を照射することにより前記被撮像体を撮像する請求項1、2、3、4又は5記載の固体撮像装置。

【請求項7】 前記半導体基板が一導電型の半導体基板であるとき、前記受光部は逆導電型の受光部拡散層であり、前記半導体基板の不純物濃度が $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以下の不純物濃度である請求項1乃至6のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項8】 前記半導体基板が一導電型の半導体基板であるとき、前記受光部を構成する逆導電型の受光部拡散層は、隣接する受光部拡散層の間に一導電型のバリア層を有し、前記受光部拡散層の底面は前記バリア層よりも不純物濃度の低い一導電型の拡散領域と接する請求項1乃至7のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項9】 前記バリア層は、前記受光部拡散層よりも深く形成される請求項8記載の固体撮像装置。

【請求項10】 前記バリア層は、前記受光部拡散層を包囲して形成される請求項8又は9記載の固体撮像装置。

【請求項11】 前記バリア層は、前記受光部拡散層の側面に少なくとも接するべく形成される請求項8、9又は10記載の固体撮像装置。

【請求項12】 前記拡散領域は、前記受光部の底面の

下にあつて前記半導体基板とは異なる不純物濃度を有し、下方において前記半導体基板と連結する請求項8、9、10又は11記載の固体撮像装置。

【請求項13】 前記拡散領域は、前記半導体基板の一部である請求項8、9、10又は11記載の固体撮像装置。

【請求項14】 前記受光部拡散層は、前記受光部拡散層の不純物濃度よりも高い不純物濃度の逆導電型の拡散層に接続される請求項8、9、10、11、12又は13記載の固体撮像装置。

【請求項15】 前記逆導電型の拡散層は、その一部が前記バリア層の表面に形成され、前記バリア層内に形成されたトランジスタのソース・ドレイン領域を兼ねる請求項14記載の固体撮像装置。

【請求項16】 前記半導体基板に形成される素子が、CMOSイメージセンサである請求項1乃至15のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項17】 前記半導体基板に形成される素子が、CCDセンサである請求項1乃至6のいずれかに記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は固体撮像装置に関し、特に、被撮像体を直接固体撮像装置に直接接触させて撮像する場合の固体撮像装置の構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、指紋入力で使用されるCCD、CMOSイメージセンサ等の固体撮像装置では、レンズやプリズムあるいはファイバーなどの光学部品を用いて撮像が行われてきた。この場合、これら光学部品自体の大きさやその取り付け位置などがある程度必要であり、これら光学部品が比較的高価であるため、装置の薄型化や小型化、低価格化が妨げられるという問題があった。

【0003】 また、これら光学部品による光学処理によって、得られる画像に歪みが発生しやすいという問題もあった。

【0004】 これに対して特願平11-026301号公報には、固体撮像装置の受光素子の受光面に指（指紋）を近接配置、或いは接触させて指紋撮像を行う方法が開示されている。この方法では、レンズやプリズム等の光学部品が不要となり、指紋入力装置の薄型化や小型化、低価格化が可能となっている。また、光学処理に起因する歪みも無くすることができる。

【0005】 一方では従来より、指紋入力に静電容量センサを使用する方式も知られている。この場合も、容量電極が形成されるチップ表面（上面）に直接、指を接触させて入力が行われる。静電容量センサは上記のような光学部品は不要であるが、元来、静電破壊に弱いという問題がある。また、指の乾燥度合いによって良好な感度

を得難いという問題もある。

【0006】図4には、CMOSイメージセンサを使ってチップ表面（上面）に直接、指を接触させて指紋を撮像する例を示す。図4において、チップ110にはSi基板101上にアレイ状の受光部102を有するCMOSイメージセンサが形成されており、受光部で収集した信号電荷が配線112により周辺MOSFET108に伝達される様子が模式的に描かれている。周辺MOSFET108及び配線112を含むSi基板101表面は、層間絶縁膜109で覆われている。層間絶縁膜109には、シリコン酸化膜が使用されている。

【0007】チップ110の表面（上面）の層間絶縁膜109上に直接、指120が接触されると、蛍光灯やLEDなどの光130、131によって指紋121の稜線部からの光132が受光部102に入射され指紋像が撮像される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方法では、物理的にチップが壊れやすいという問題を有している。また、指120からの汚染物質の拡散によりチップの特性劣化が生じやすいという問題もある。さらに、指120が配線112に近接するため、指120が層間絶縁膜109に接触したときに生じる静電気が配線112を通して放電し、例えば、図中の周辺MOSFET108のゲート絶縁膜を破壊する等の問題を有している。

【0009】これは、CMOSイメージセンサのチップ110の表面（特に、受光部102上）に直接、指120が触れるため、爪等の硬さのあるもので引っ掻かれる、衝撃を受けるなどしてチップ110の表面にキズがつく、破損する等、Si基板101上の素子そのものが破損してしまうからである。

【0010】また、チップ110の表面が露出しているため、様々な不純物がチップ110の表面に付着してしまう。特に、ナトリウム等はチップ110の表面からチップ110内に拡散して素子の電気的特性を劣化させてしまうからである。

【0011】さらに、図4に示すようにSi基板101の表面に形成されるMOSFET108や配線111等の素子の上部に層間絶縁膜109を介して指120が接触するが、これら素子には通常、チップ110の入力端子を除いて静電保護素子がついていない。従って、帯電した指120が層間絶縁膜109の表面に触れることにより過大な静電気がチップ110の表面に印加され、配線112を通して素子の静電破壊が起きてしまうからである。

【0012】本発明の目的は、被撮像体を固体撮像装置が形成されたチップに接触させて撮像する固体撮像装置において、チップの汚染、静電破壊等を生じることなく、被撮像体からの光信号を効率よく収集することので

きる固体撮像装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の固体撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板の一方の表面近傍に形成された受光部とを有し、前記半導体基板の他方の表面からの光を電気信号に変換する固体撮像装置であって、被撮像体からの光を前記半導体基板の他方の表面を通して前記半導体基板の内部に侵入させ、前記被撮像体からの光により前記半導体基板の内部で光電変換された電荷を前記受光部で受けて前記被撮像体を撮像することの特徴とし、前記半導体基板の他方の表面に絶縁膜が堆積しており、前記被撮像体からの光の前記半導体基板の内部への侵入が、前記絶縁膜を通して行われ、前記絶縁膜は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン酸窒化膜のいずれか、或いは、それらの組み合わせからなる積層膜である、というもので、前記被撮像体からの光の前記半導体基板の内部への侵入が、前記被撮像体を前記半導体基板の他方の表面に置いた後、前記被撮像体を静止した状態で撮像することにより行われる、或いは、前記被撮像体を前記半導体基板の他方の表面に置いた後、前記被撮像体を移動させながら撮像することにより行われる、という形態を採る。

【0014】また、上記の固体撮像装置は、前記被撮像体に可視光、近赤外光、或いは、赤外光を照射することにより前記被撮像体を撮像する、又、前記半導体基板が一導電型の半導体基板であるとき、前記受光部は逆導電型の受光部拡散層であり、前記半導体基板の不純物濃度が $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以下の不純物濃度である、又、前記半導体基板が一導電型の半導体基板であるとき、前記受光部を構成する逆導電型の受光部拡散層は、隣接する受光部拡散層の間に一導電型のバリア層を有し、前記受光部拡散層の底面は前記バリア層よりも不純物濃度の低い一導電型の拡散領域と接し、前記バリア層は、前記受光部拡散層よりも深く形成され、前記受光部拡散層を包囲して形成されるか、或いは、前記受光部拡散層の側面に少なくとも接するべく形成される、という形態を採る。

【0015】また、上記固体撮像装置の拡散構造は、前記拡散領域は、前記受光部の底面の下において前記半導体基板とは異なる不純物濃度を有し、下方において前記半導体基板と連結する、或いは、前記半導体基板の一部である、という形態を採る。

【0016】また、上記固体撮像装置の拡散構造は、前記受光部拡散層は、前記受光部拡散層の不純物濃度よりも高い不純物濃度の逆導電型の拡散層に接続され、さらに、前記逆導電型の拡散層は、その一部が前記バリア層の表面に形成され、前記バリア層内に形成されたトランジスタのソース・ドレイン領域を兼ねる、という形態を採る。

【0017】最後に、以上の固体撮像装置は、前記半導

体基板に形成される素子が、CMOSイメージセンサである、或いは、CCDセンサである、という形態を採る。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の発明の実施形態について説明する前に、本発明の固体撮像装置の特徴を簡記しておく。

【0019】受光部を有する固体撮像装置において、固体撮像装置を形成した半導体基板の裏面から必要とする光情報を受光部に送り込むことを特徴とし、また、固体撮像装置を形成した半導体基板の裏面に被写体を接触させることにより、被写体を撮像することを特徴とする。

【0020】次に、本発明の第1の実施形態について、図1の模式断面図を参照して説明する。図1は、指紋を取るとき指と固体撮像装置の様子を、固体撮像装置の半導体基板の断面が見える方向から眺めたときの模式断面図である。本実施形態では、CMOSイメージセンサにおいてチップ裏面に直接、指を接触させて指紋を撮像する例を示す。

【0021】チップ10にはCMOSイメージセンサが形成されており、CMOSイメージセンサは、例えば、基板の不純物濃度が $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 程度の不純物濃度のSi基板1を用意し、そのSi基板1上にアレイ状に形成された受光部2を有する構成となっている。チップ10は、その裏面が直接外界に露出する構成となっていて、チップ裏面に直接、指20を接触させると、蛍光灯やLEDなどの光30、31によって指紋21の稜線部からの光32が受光部2に入射され指紋像が撮像される。このとき、光として、可視光、近赤外光や赤外光が使用される。特に、近赤外光が使用されると、Si基板1の裏面から入射した光32がより受光部2の近くに到達し、発生する信号電荷がSi基板1の表面の受光部2に収集されやすくなる。このとき、信号電荷の拡散長を確保するため、Si基板1の不純物濃度は、 $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以下であることが望ましい。

【0022】以上のような構成とすることにより、従来例に比べ、チップ表面の撮像素子側に直接、指が接触することがなく、チップの裏面に被撮像体を接触させるので、チップの破損、素子の特性劣化及び静電破壊を防ぎ、チップの信頼性を向上させることも可能となる。

【0023】ここで静電破壊に関しては、配線12が帯電した指20の側に無いので、指20による過大な静電気が素子に印加されることはなく、また、チップ裏面のSi基板は接地されるなど、固定電位であり入力容量が大きいので、Si基板表面の素子の静電破壊が起きにくくなる、という効果がある。

【0024】さらに、チップ表面は露出せずチップ裏面が露出しているため様々な不純物がチップ表面に直接付着することはなく、素子の電気的特性を劣化させ難くなるという効果もある。

【0025】次に、本発明の第2の実施形態について図2(a)を参照して説明する。以下に述べる他の実施形態においても、第1の実施形態と同様に、被撮像体はチップ裏面に接触して撮像されるが、図では被撮像体を省略してチップのみを示している。

【0026】図2(a)に、p型Si基板11の裏面に被撮像体を直接接触させて被撮像体を撮像するとき、効率の良い信号電荷収集を可能とするCMOSイメージセンサのデバイス構造を示す。図中、チップ10の表裏の位置関係は、図1と同様に、p型Si基板11の表面が下側になるように描かれている。

【0027】第2の実施形態は、第1の実施形態とは、チップ10の裏面が絶縁膜3で覆われている点において異なっている。絶縁膜3には、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン酸窒化膜等が使用される。

【0028】本実施形態は、第1の実施形態に比べて、チップ裏面からのナトリウム等の汚染を防止する効果がある。

【0029】また、シリコン窒化膜は外部からナトリウム等の不純物の侵入を防ぐのに有効であるので、従来例のような構成のチップ表面にシリコン窒化膜を厚く形成すると、素子に加わるストレスが大きくなり信頼性に影響を及ぼすことが懸念されるが、シリコン窒化膜がチップ裏面に形成される場合はこのような懸念は少なく不純物の侵入を防止することができる。

【0030】次に、上記第1、2の実施形態で説明したチップについて、その拡散層の構成を図2(b)、

(c)の断面図を参照して詳しく説明する。これらの図では、チップ裏面に絶縁膜が形成された構成を示しているが、チップ裏面に絶縁膜が無い構成であっても良いことは言うまでもない。図2(b)は、受光部とその周辺の周辺MOSFETの様子を示したものであり、図2

(c)は、受光部と受光部の信号電荷を排出する電荷排出用MOSFETの様子を示したものである。

【0031】まず、図2(b)に示すように、p型Si基板11の表面にはp型ウェル4と受光部となる受光部n型拡散層5が形成されている。p型ウェル4は、p型Si基板11より高濃度の不純物拡散層になっている。

【0032】受光部n型拡散層5のp型Si基板11側のpn接合は、p型Si基板11と受光部n型拡散層5とで構成する接合であっても良いが、これに限定されるものではなく、図2(b)のように、p型ウェル4よりも少なくとも低不純物濃度のp型領域13(図中破線で囲まれた部分)であっても良い。p型ウェル4の内側にはソース・ドレインn型拡散層6が形成され、ゲート電極7とともに周辺MOSFET8を構成する。

【0033】次に、図2(c)に示すように、受光部n型拡散層5近傍に形成された信号電荷排出用の電荷排出用MOSFET18が、周辺MOSFET8と同じ構造に形成される。信号電荷排出用MOSFET18のソー

ス・ドレインn型拡散層16は、n型拡散層同志が連結する形で受光部n型拡散層5と相互に接続され、これらの素子を接続する配線22が形成され、それらを覆って層間絶縁膜9が形成される。

【0034】本実施形態においては、周辺MOSFET8と信号電荷排出用MOSFET18を同時に形成したが、周辺MOSFET8と信号電荷排出用MOSFET18を別の工程で形成しても良いことは言うまでもない。

【0035】また、図2(b)、(c)においては、p型ウェル4及び受光部n型拡散層5は、互いにその側面を接して、或いは、一部重ならせて形成されているが、必ずしも、この構成に限定されるものではなく、p型ウェル4及び受光部n型拡散層5が互いに離間していても良いのである。

【0036】さらに、p型ウェル4は、受光部n型拡散層5の周囲を全て囲む必要はなく、光により発生する信号電荷の収集効率が良い範囲内において受光部n型拡散層5の一部を囲むように形成されていても良いことは言うまでもない。

【0037】さらに、受光部n型拡散層5は、信号電荷排出用MOSFET18のソース・ドレインn型拡散層16よりも拡散層深さが深く、また、信号電荷排出用MOSFET18のソース・ドレインn型拡散層16よりも低濃度に形成されている。

【0038】また、信号電荷排出用MOSFET18のソース・ドレインn型拡散層16は、その一部が、図2(c)のように、受光部n型拡散層5と重なる形状に形成されているが、受光部n型拡散層5の上面に蓋をする形で覆っていても良い。

【0039】図2(b)、(c)の構造を採ることにより、受光部n型拡散層5のpn接合が、p型Si基板11中の深い位置に形成され、空乏層がp型Si基板11中深くに延びやすくなるため、p型Si基板11の裏面からの信号電荷を収集しやすくなる。

【0040】また、隣接する受光部n型拡散層5の間にp型ウェル4が形成されているため、ノイズとなる隣接受光部n型拡散層5からの信号電荷が飛び込んでくるのを防ぐことが出来る。

【0041】次に、本発明の第3の実施形態について、図3を参照して説明する。

【0042】図3には、CCDセンサにおいてCCDセンサチップ60の裏面に直接、指を接触させて指紋を撮像する例を示す。

【0043】CCDセンサチップ60にはSi基板51の上にアレイ状の受光部52、受光部52の信号電荷を出力する出力MOSFET、素子を相互接続する配線62、素子を覆う層間絶縁膜59を有するCCDセンサが形成されており、Si基板51の裏面は絶縁膜53で覆われている。絶縁膜53には、第1の実施形態と同様

に、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン酸窒化膜等が使用されている。

【0044】センサチップ60はその裏面が露出している。従って、センサチップ60の裏面の絶縁膜53上に直接、指70を接触させると、蛍光灯やLEDなどの光80、81によって指紋71の稜線部からの光82が受光部52に入射され、指紋像が撮像される。

【0045】固体撮像装置として、CCDセンサを使用する場合もCMOSイメージセンサと同様の効果があり、チップの信頼性を向上させることができる。

【0046】以上の実施形態においては、指紋の撮像を例として挙げたが、撮像対象は指紋に限定されることなく、指紋以外の撮像体であっても良い。

【0047】また、以上の実施形態においては、指という被撮像体を、半導体基板の裏面に静止した状態で置いた状態で撮像することにより行われる例を挙げたが、被撮像体を半導体基板の裏面に置いた後、被撮像体を移動させながら撮像するという形態に対しても本発明の固体撮像装置を適用できることは言うまでもない。

20 【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の固体撮像装置は、チップの裏面に絶縁膜を介して被撮像体を接触させ、そこからの光により発生する信号電荷を受光部に効率よく収集する構成であり、さらに、受光部が、信号電荷の侵入しにくいバリア層に隣接することにより効率よく信号電荷を受光部に収集できると共に、チップの破損、素子の特性劣化及び静電破壊を防ぎ、チップの信頼性を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】本発明の第1の実施形態の固体撮像装置を示す模式断面図である。

【図2】本発明の第2の実施形態の固体撮像装置及び本発明の第1、2の実施形態の受光部近傍の様子を示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施形態の固体撮像装置を示す模式断面図である。

【図4】従来の固体撮像装置を示す模式断面図である。

【符号の説明】

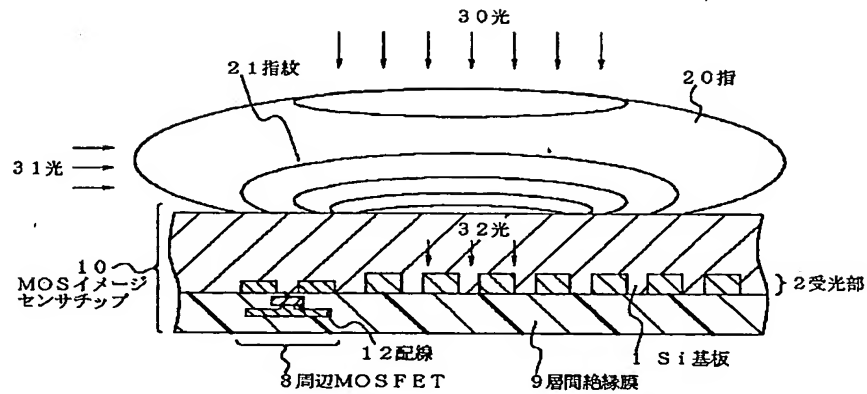
- | | |
|--------------|----------------|
| 1、51、101 | Si基板 |
| 2、52、102 | 受光部 |
| 3、53、103 | 絶縁膜 |
| 4 | p型ウェル |
| 5 | 受光部n型拡散層 |
| 6、16 | ソース・ドレインn型拡散層 |
| 7 | ゲート電極 |
| 8、108 | 周辺MOSFET |
| 9、59、109 | 層間絶縁膜 |
| 10、110 | CMOSイメージセンサチップ |
| 11 | p型Si基板 |
| 12、22、62、112 | 配線 |

50

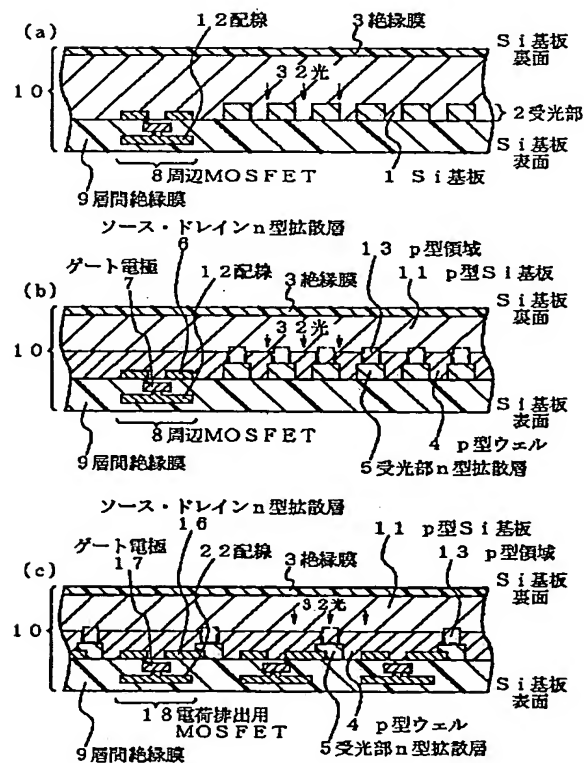
13 p型領域
18 電荷排出用MOSFET
20、70、120 指
2.1、71、121 指紋

30、31、32、80、81、82、130、13
1、132 光
60 CCDセンサチップ

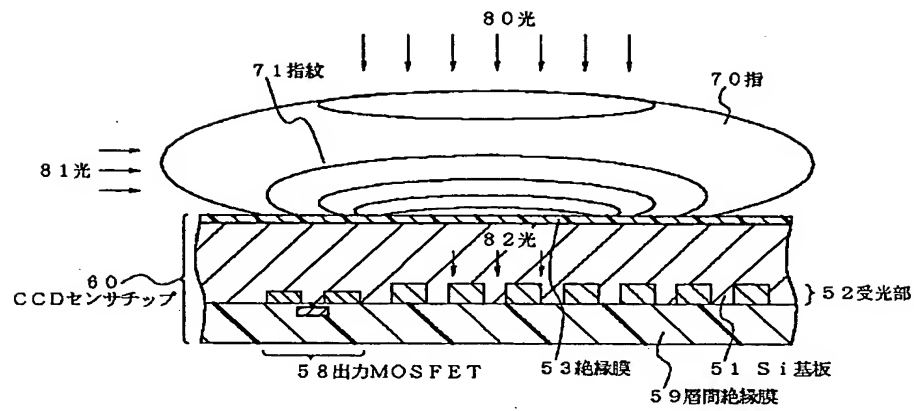
【図1】



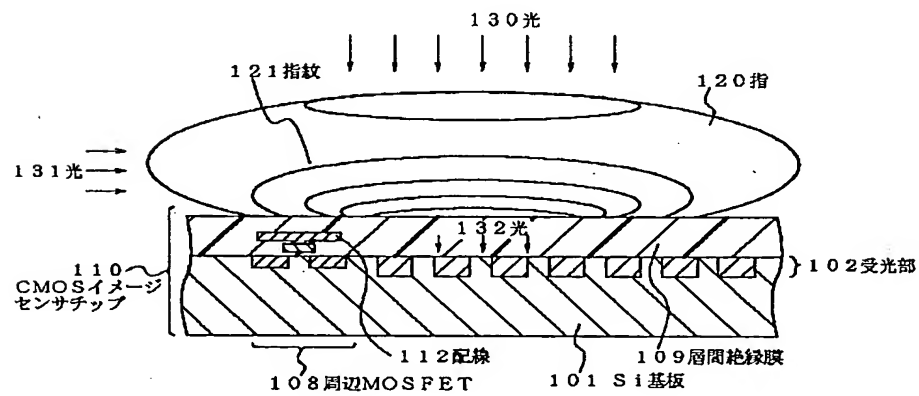
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA10 AB01 AB10 BA06 BA14
 CA03 CA32 EA20 FA06 FA13
 GA02
 5B047 AA25 BA01 BA02 BB01 BC01
 BC11 BC14
 5C024 AX01 BX00 CY44 EX22 GX03
 GX07 GX24 GY01 GY31 GZ01
 HX01